شناسایی ترکیبات شیمیایی و مقدار کربوهیدرات‌های محلول در مان شکر تیغال (*Trehala manna*)

فرزانه دریکوند[a]، مهرداد قوامی[b]، سید مصطفی قنادیان[c]، مسعود هنرور[d*]

[a] دانش آموخته دکترای تخصصی گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[b] استاد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[c] دانشیار گروه فارماکوگنوزی، دانشکده داروسازی و علوم داروئی، دانشگاه علوم پزشکی، اصفهان، ایران
[d] دانشیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۱/۰۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۲/۱۲
https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080123.1401.19.4.3.0 DOI: 10.30495/jftn.2022.65589.11177

چکیده

مقدمه: یکی از چالش برانگیزترین مسائل در صنایع غذایی و دارویی، یافتن ساکاریدهای موثر و ایمن از منابع طبیعی، در مقایسه با نمونه‌های مصنوعی آن است که می‌توانند عوارض جانبی داشته باشند. در این راستا، مان شکر تیغال (*Trehala manna*) منبع امیدوار کننده‌ای در نظر گرفته شد که از اصلی‌ترین مان‌های طبیعی تولید شده در طبیعت است و توسط برخی از گونه‌های شکر تیغال Echinopes در پاسخ به فعالیت حشرات تولید می‌شود.

مواد و روش‌ها: نمونه‌های مان شکر تیغال از مناطق شیراز، جهرم، بناروییه، تهران، سبزوار و مهریز جمع‌آوری شد و دی ساکاریدهای محلول در آب و سایر اجزای شیمیایی آن تعیین شد.

یافته‌ها: بیشترین درصد پروتئین (۲/۹۷٪)، چربی (۰/۸۷ ٪)، رطوبت (۰/۸۳ ٪)، فیبر (۰/۸۳ ٪) و خاکستر (۳/۵۱٪) به ترتیب مربوط به نمونه‌های جهرم، سبزوار، مهریز، جهرم، بناروییه بود. نمونه بناروییه دارای بیشترین نسبت ترهالوز (۱۷/۱۱ درصد) بود. اما نمونه شیراز دارای بیشترین میزان قند کل (۱۱۵ میلی گرم درگرم) و قند محلول در آب (۴۵ میلی گرم درگرم) در بین سایر نمونه‌ها بود. مقدار ساکارز، گلوکز و فروکتوز به ترتیب ۴/۱–۲/۸، ۷/۶– ۴/۵ و ۴/۶– ۲/۱ میلی گرم بر گرم بود. در همه موارد اختلاف معنی‌دار بود ($p<0.05$).

نتیجه گیری: منشأ مان‌های شکر تیغال در مناطق مختلف ایران بر ترکیبات شیمیایی آن به ویژه ترهالوز تأثیر بسزایی داشت. در این راستا، مان شکر تیغال از منطقه بناروییه می‌تواند به عنوان منبع مناسب ترهالوز (۱۷/۱۱ درصد) برای مصارف صنعتی و تولید غذای کاربردی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: *ترکیبات شیمیایی، ترهالوز، کربوهیدرات، مان شکر تیغال (Trehala manna)*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: honarvar.masoud@yahoo.com

مقدمه

گونه شکرتیغال (*Echinops dichorus* L.) از خانواده آفتابگردان (آستراسه) می‌باشد و تاکنون ۱۳۰گونه از آن در سراسر جهان گزارش شده است که در اروپای شرقی و جنوبی، شمال و مناطق گرمسیری آفریقا و آسیا پراکنده هستند (Khadim *et al*., 2014). بر اساس فلور ایرانیکا، فراوانی ۵۴ گونه از شکرتیغال در نقاط مختلف ایران گزارش شده است (Rechinger, 1963). مان شکر تیغال (*Trehala manna*) پیله دوره شفیرگی نوعی سوسک از خانواده سر خوطومی‌ها است که میزبان اختصاصی آن گیاهان جنس *Echinops spp. است، در واقع حشره، این مان را جهت محافظت و تغذیه لارو خود در محل اتصال برگ به ساقه گیاه ترشح می‌کند* (Nasirzadeh, 2003). درطی سال‌های اخیر، مطالعات گسترده‌ای در مورد انواع زیادی از گیاهان داروئی صورت گرفته است. در تحقیقی، فعالیت ضدمیکروبی شکر تیغال بررسی شد. نتایج نشان داد که استفاده سنتی از مان شکر تیغال در درمان بعضی از بیماری‌ها و افزایش مقاومت سیستم ایمنی بیمارانی که بدن آن‌ها در برابر باکتری ضعیف شده، می‌تواند مفید باشد (Hamedi *et al*., 2015). مان گیاه شکر تیغال تأثیر درمانی بسیار مطلوبی در کاهش اسید معده دارد و ترکیبات آن می‌تواند به عنوان یک عامل دفاعی، نقش مهمی در مخاط معده داشته باشد. ترکیبات شیمیائی موجود در «مان» شکر تیغال، قادر به ممانعت از ایجاد زخم در معده است. مان شکر تیغال و ترکیبات آن می‌توانند فعالیت رادیکال‌های آزاد یا اکسیژن فعال را مهار کنند. عصاره مان شکر تیغال از طریق حداقل یک یا چند مکانیسم می‌تواند ترشح اسید معده را منظم کرده و خاصیت ضدزخم داشته باشد (Mohammadi & Dini, 2003). مقایسه اثرات محافظتی شکر تیغال با سایر گیاهان داروئی نشان داد که اگر این گیاه به صورت داروئی و خام مورد استفاده قرار گیرد، دارای اثر محافظت کبدی است. به عبارتی می‌تواند نکروز سلول‌های کبدی و اختلال عملکردی آن را درمان کند. پژوهشگران دریافتند که مان این گیاه داروئی حاوی اسیدهای فراوانی است که می‌تواند در درمان سلول‌های آسیب دیده کبدی کاربرد داشته و کبد را در برابر آسیب‌های سلولی محافظت نماید (Mohammadi & Dini, 2003). اثر حفاظتی مان شکر تیغال تا حدودی به دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن است. در پژوهشی، ترکیبات مان شکرتیغال شامل مواد موسیلاژی، اسید سیالیک، مواد سلولزی، قند ترهالوز، و مقداری کلروفیل بود. لازم به ذکر است که اسید سیالیک موجود در این گیاه بیشترین خاصیت داروئی را بر روی انسان داشته است. سیالیک اسیدها غالباً به عنوان یک ترکیب از زنجیره الیگوساکاریدی موسین، گلیکوپروتئین و گیکولیپیدها انتهای غیر احیاءکننده زنجیره هستند و معمولاً الیگوساکاریدی را در کربوهیدرات‌های پیچیده اشغال می‌کنند و به اجزائی از جمله گالاکتوز و N ـ استیل گالاکتوز آمین و دیگر سیالیک اسیدها متصل می‌شوند (Kus-Liśkiewicz *et al*., 2014; Ahmadabad *et al*., 2016).

ترهالوز یا آلفا–دی– گلوکوپیرانوزیل–(۱ به ۱)–آلفا–دی–گلوکوپیرانوزید بصورت طبیعی تولید می‌شود که ساختار کریستالی و دی هیدراته دارد. این قند کمترین انرژی تشکیلی را بین سه ایزومر (آلفا–آلفا، آلفا–بتا، و بتا–بتا ترهالوز) دارد. انرژی پیوندی اکسیژن گلیکوزیدی که ۲ هگزوز را در محل کربن یک پیوند می‌دهد، بسیار کم است (کمتر از ۴/۲– کیلوژول بر مول)، درحالیکه برای ساکارز ۱۱۳ کیلوژول بر مول می‌باشد. در نتیجه توضیح موارد زیر آسان می‌شود:

- محلول‌های آبی ۴٪ ترهالوز در برابر تجزیه شدن در pH بین ۳/۵ تا ۱۰ در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد (۲۴ ساعت) مقاوم می‌باشند؛
- این قند با آمین‌ها، اسیدهای آمینه، و پروتئین‌ها نمی تواند واکنش دهد (واکنش مایلارد)؛
- برخلاف ساکارز، ترهالوز در برابر کاراملیزاسیون (قهوه‌ای شدن) در غذاهای آماده مقاوم است و بعنوان یک عامل پرکننده بسیار مناسب برای مواد غذایی محسوب می‌شود (Teramoto *et al*., 2008).

در ۲۰ سال اخیر مشخص شده است که ترهالوز در پیشگیری از برخی بیماری‌ها مانند نرمی استخوان (استئومالسی)، سندرم متابولیک، آلزایمر نقش دارد. مصرف روزانه ۱۰ گرم ترهالوز تحمل گلوکز در انسان سالم را بهبود می‌بخشد. اگر ترهالوز در دوزهای کم بر بهبود تحمل گلوکز تاثیر داشته باشد، می‌تواند برای ایجاد مزایای

سلامتی در بسیاری از غذاها بکار رود (Yoshikawa *et al*., 1994).

میزان ترهالوز در موجودات زنده بسیار اندک است و تا مدت‌ها تصور بر آن بود که تنها در گیاه علف خوک وجود دارد (Müller *et al*., 1995). در طی دو دهه اخیر محققین توجه زیادی به مکانیسم عمل قند ترهالوز در گیاهان داشته‌اند. این قند در زندگی گیاهان نقش‌های مهمی ایفا می‌کند که از آن جمله می‌توان به تأثیر آن بر گلدهی، رشد گیاه، مصرف کربن، مقاومت به تنش و فتوسنتز اشاره نمود (Schluepmann *et al*., 2004; Schluepmann *et al*., 2003). ترهالوز می‌تواند بعنوان شیرین کننده جایگزین ساکارز استفاده شود (Yoshizane *et al*., 2020; Van Can *et al*., 2012). در این پژوهش ترکیبات شیمیایی مان شکر تیغال در مناطق مختلف تعیین و میزان ساکاریدهای نمونه‌ها خصوصا میزان ترهالوز بعنوان یک جایگزین طبیعی برای ساکارزتعیین می‌گردد که در محصولات نانوایی و در تولید محصولات فراسودمند کاربردهای فراوانی می‌تواند داشته باشد.

مواد و روش ها

- آماده‌سازی نمونه «مان» شکر تیغال

مان شکر تیغال با نام علمی (*Trehala manna*) در شهریور ۱۳۹۶ توسط گیاه‌شناس متخصص از گیاهان در حال رشد از مناطق فارس (شیراز بنارویه، جهرم)، تهران، خراسان (سبزوار) و یزد (مهریز) شناسایی و جمع‌آوری شد. پیله‌ها پس از تمیز کردن و خارج کردن حشره و مواد زائد شسته و در خشک‌کن هوای داغ در دمای ۴۰ درجه سلسیوس خشک گردید. نمونه مان شکر تیغال توسط آسیاب خانگی آسیاب و با مش ۶۰ سرند شد. پودر حاصل در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و در دمای پنج درجه سلسیوس در یخچال جهت انجام آزمون‌های بعدی نگهداری گردید.

- بررسی ترکیبات شیمیایی مان شکر تیغال

مقدار رطوبت و اسیدیته طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵۵۳، مقدار چربی طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۶۲، مقدار خاکستر بر اساس روش استاندارد AACC به شماره 01-08، مقدار پروتئین بر اساس روش استاندارد AACC به شماره 13-46 و مقدار فیبر خام بر اساس روش استاندارد AACC به شماره 10-32 اندازه‌گیری شد.

جهت اندازه‌گیری pH، ابتدا دستگاه pH متر با محلول‌های بافر ۴ و ۷ تنظیم شد. سپس مقداری از نمونه را داخل بشر ریخته و الکترود pH متر درون ظرف قرار گرفت و پس از ثابت شدن عدد، pH نمونه قرائت شد.

اندازه‌گیری میزان کربوهیدارت‌های کل به (روش فنل/سولفوریک اسید) انجام شد. روش فنل/سولفوریک اسید یک روش رنگ سنجی برای تعیین قندها، بر مبنای مایع شدن مشتقات فوران (تولید شده به وسیله ماده قندی در اسید قوی) با فنل و تولید ترکیبات رنگی می‌باشد. در این روش اسیدسولفوریک غلیظ همه پلی‌ساکارید، الیگوساکارید و دی ساکاریدها را به مونو ساکارید تجزیه می‌کند. پنتوزها (ترکیبات ۵ کربنه) به فورفورال و هگزوزها (ترکیبات ۶ کربنه) به هیدروکسی فورفورال دهیدراته می‌شوند. این ترکیبات سپس با فنول واکنش می‌دهند و رنگ زرد- طلایی تولید می‌کنند. برای محصولات که میزان زایلوز (یک پنتوز) در آنها زیاد می‌باشد مانند سبوس گندم یا سبوس ذرت، از زایلوز برای ساخت منحنی استاندارد استفاده می‌شود و اندازه گیری جذب در طول موج ۴۸۰ نانومتر انجام می‌شود. برای محصولاتی که قند هگزوز در آنها زیاد می‌باشد معمولا گلوکز برای ایجاد منحنی استاندارد استفاده می‌شود و جذب در طول موج ۴۹۰ نانومتر انجام می‌شود. رنگ این واکنش برای چند ساعت پایدار است و دقت این روش در محدوده ٪۲± در شرایط مناسب است. در این تحقیق در نهایت، جذب نمونه‌ها در طول موج ۴۹۰ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتوفتومتری مدل ۳۴۰ (HITACHI) خوانده شد (Brummer & Cui, 2005).

اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول با روش آنترون انجام شد که اساس این آزمایش مطابق آزمایش مولیش می‌باشد. در این آزمایش، فورفورال تولید شده با آنترون واکنش داده و کمپلکس آبی مایل به سبز تولید می‌کند. ابتدا ۲ میلی لیتر محلول آنترون در لوله آزمایش ریخته و سپس ۰/۲ میلی لیتر محلول مورد نظر به آن اضافه شده و سپس فاز رویی جدا گردید. این عمل باید دو بار تکرار شود و در نهایت فازهای جدا شده مخلوط و سانتریفیوژ (۳۵۰۰

دور در دقیقه) گردید. آنگاه به ۰/۱ میلی لیتر از محلول تهیه شده ۳ میلی لیتر معرف آنترون اضافه کرده، حرارت داده شد و در نهایت، جذب نمونه‌ها در طول موج ۶۲۵ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتوفتومتری مدل ۳۴۰ (HITACHI) خوانده شد (Thayumanavan & Sadasivam, 1984).

- اندازگیری مونو و دی ساکاریدها

با توجه به روش‌های استفاده شده توسط محققان پیشین (Hamedi *et al*., 2015)، قندهای گالاکتوز، گلوکز، مانوز، مانیتول، زایلیتول با استفاده از دستگاه HPLC تعیین شد. به یک گرم پودرشکرتیغال ۱۰ میلی لیتر آب دوبار تقطیر شده اضافه و بعد از یکنواخت کردن، این محلول به داخل لوله‌های سانتریفوژ مدل هتیچ آلمان ریخته شد و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت۳۰ دقیقه سانتریفوژ شد. محلول شفاف فوقانی از صافی میلیپور ۰/۴۵ میکرون عبور داده شد و در ظرف نمونه شیشه‌ای ۵ میلی لیتری جمع آوری گردید و از آن برای تزریق به دستگاه HPLC بهره گیری شد و به جهت تزریقهای بعدی در فریزر ۱۸- درجه سانتیگراد تا زمان تزریق نگهداری گردید (Dokhani & Beheshti, 2004).

- اندازگیری میزان ترهالوز

به منظور اندازه‌گیری میزان قند ترهالوز از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) مجهز به ستون تجزیه کربوهیدارت (SC1011Shodex) استفاده گردید. ابتدا میزان سه گرم از پودر نمونه خشک را توزین و در۱۰۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه حل گردید. سپس به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و محلول رویی به وسیله سرنگ از صافی با مِش ۰/۲۲ عبور داده شد و محلول زیر صافی جهت تزریق در HPLC استفاده گردید. حجم تزریق ۲۵ میکرولیتر بوده و شرایط تزریق به این صورت بود که فاز متحرک شامل آب، سرعت فاز متحرک برابر با یک میلی‌لیتر بر دقیقه و آشکارساز مورد استفاده نیز آشکارساز ضریب شکست یا RI بود(محسنی عسگرانی و همکاران، ۱۳۹۸). جهت اندازگیری کمی نیز از روش رسم منحنی درجه بندی استفاده و برای این منظور استاندارد ترهالوز با غلظت‌های ۱۰ تا ۵۰۰۰ پی پی ام به دستگاه تزریق و منحنی استاندارد برای هر غلظت رسم گردید (Kroger *et al*., 2006).

- تجزیه و تحلیل آماری

نتایج به صورت میانگین ± خطای معیار میانگین بیان شده و سپس با استفاده از مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و آنالیز واریانس یک طرفه بررسی شدند اختلاف بین یافته‌ها با $P<0.5$ از لحاظ آماری معنی‌دار در نظر گرفته شد. همچنین برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2010 استفاده شد.

یافته‌ها

- بررسی ترکیبات شیمیایی نمونه‌های مان شکر تیغال جمع آوری شده از مناطق مختلف

نتایج مقایسه میانگین ترکیبات شیمیایی در نمونه‌های مان شکر تیغال جمع‌آوری شده در مناطق مختلف در جدول ۱ آورده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده بالاترین درصد پروتئین در مناطق مختلف مربوط به منطقه جهرم بود و با پروتئین سایر مناطق مختلف اختلاف معنی داری داشت ($p< ۰/۰۵$). با توجه به نتایج بالاترین درصد چربی مربوط به منطقه سبزوار می‌باشد. در میزان رطوبت نیز طبق جدول ۱ تمامی نمونه‌های مناطق مختلف اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده گردید ($p<۰/۰۵$) و بالاترین درصد رطوبت مربوط به منطقه مهریز می‌باشد.

بالاترین درصد فیبر در مناطق مختلف مربوط به منطقه جهرم می‌باشد. بالاترین میزان خاکستر اندازه گیری شده مربوط منطقه بنارویه می‌باشد.

- بررسی میزان اسیدیته و pH نمونه‌های مان شکر تیغال جمع آوری شده از مناطق مختلف

نتایج مقایسه میانگین میزان اسیدیته و pH در نمونه‌های مان شکر تیغال جمع‌آوری شده در مناطق مختلف در جدول ۲ ارائه شده است که بر اساس آن، مقادیر اسیدیته و pH نمونه‌های مان شکر تیغال مناطق مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>۰/۰۵$).

جدول ۱- مقادیر (میانگین ± انحراف معیار) ترکیبات شیمیایی در نمونه‌های مان شکر تیغال

Table 1- Chemical compounds percentage (mean ± SD) in samples of *Trehala manna*

Sample	Ash (%)	Fibre (%)	Moisture content (dry matter)	Fat (%)	Protein (%)
Shiraz	2.93 ± 0.024^{c}	0.54 ± 0.008^{c}	5.17 ± 0.072^{f}	0.02 ± 0.004^{d}	2.53 ± 0.014^{c}
Jahrom	2.65 ± 0.067^{d}	0.83 ± 0.011^{a}	5.28 ± 0.091^{e}	0.15 ± 0.011^{b}	2.97 ± 0.012^{a}
Banaroye	3.51 ± 0.032^{a}	0.77 ± 0.026^{b}	5.6 ± 0.056^{c}	0.11 ± 0.007^{c}	2.52 ± 0.007^{c}
Tehran	3.42 ± 0.044^{b}	0.41 ± 0.009^{e}	5.54 ± 0.075^{d}	0.15 ± 0.015^{b}	2.62 ± 0.01^{b}
Sabzevar	2.55 ± 0.088^{e}	0.5 ± 0.013^{d}	5.8 ± 0.034^{b}	0.87 ± 0.082^{a}	2.11 ± 0.015^{d}
Mehriz	3.41 ± 0.051^{b}	0.51 ± 0.014^{d}	5.83 ± 0.057^{a}	0.10 ± 0.021^{c}	2.51 ± 0.004^{c}

* Different letters indicate a significant difference between treatments ($p<0.05$)

*حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در ستون است ($p<۰/۰۵$).

جدول ۲- مقادیر (میانگین ± انحراف معیار) اسیدیته و pH نمونه‌های مان شکر تیغال

Table 2- Acidity and pH (mean ± SD) in samples of *Trehala manna*

Sample	pH	Acidity
Shiraz	5.92 ± 0.072^{a}	0.23 ± 0.014^{a}
Jahrom	5.86 ± 0.091^{a}	0.24 ± 0.012^{a}
Banaroye	5.96 ± 0.056^{a}	0.17 ± 0.007^{a}
Tehran	5.84 ± 0.075^{a}	0.23 ± 0.01^{a}
Sabzevar	5.58 ± 0.034^{a}	0.26 ± 0.015^{a}
Mehriz	5.53 ± 0.057^{a}	0.19 ± 0.004^{a}

* Different letters indicate a significant difference between treatments ($p<0.05$)

*حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در ستون است ($p<۰/۰۵$).

- بررسی میزان قند کل، قند محلول و میزان ترهالوز در نمونه‌های مختلف مان شکر تیغال

همان طور که در جداول ۳، ۴و ۵ مشاهده می‌شود نوع منطقه تاثیر معنی‌داری روی میزان قند کل، قند محلول و میزان ترهالوز در نمونه‌های مختلف شکر تیغال داشت ($p<۰/۰۵$). با توجه به نتایج بدست آمده مشخص شد که نمونه شکر تیغال مربوط به منطقه شیراز بالاترین میزان قند کل و قند محلول در بین سایر نمونه‌ها را داشت.

میزان مونوساکارید فروکتوز و گلوگز در نمونه‌های مختلف شکر تیغال به ترتیب در محدوده ۴/۶-۲/۴ و ۵/۷-۴/۶ بود. بیشترین میزان قند فروکتوز در نمونه سبزوار و کمترین آن در نمونه تهران مشاهده گردید. دی ساکارید ساکاروز در نمونه بنارویه ۴/۱ درصد بوده، در حالی که نمونه جهرم کمترین درصد این کربوهیدرات را داشت. نتایج نشان داد که در تمامی نمونه‌ها، مونوساکاریدهای گلوکزو فروکتوز و دی‌ساکاریدهای ترهالوز و ساکاروز، کربوهیدرات‌های اصلی شکر تیغال در مناطق مختلف بودند. بیشترین میزان کربوهیدرات‌ها، دی‌ساکارید ترهالوز بود که میزان آن بین ۱۷/۱۱- ۱۵/۵۵ گرم بر صد گرم نمونه بود.

بحث

- ترکیبات شیمیایی

نتایج مقایسه میانگین ترکیبات شیمیایی در نمونه‌های مان شکر تیغال جمع آوری شده در مناطق مختلف نشان داد که شرایط اقلیمی کشت محصولات کشاورزی می‌تواند اثرات معنی‌داری را در کیفیت محصولات نهایی داشته باشد. این موضوع به خصوص در محصولاتی که شیرین کننده‌ها از آنها استحصال می‌شود مانند چغندر قند مصداق دارد (Fasahat *et al.*, 2018; Besheit & El Gharbawy, 1991). کیفیت محصولات کشاورزی وابستگی زیادی به نزولات جوی و مناسب بودن شرایط آب و هوایی در هر سال دارد. اقلیم و آب و هوا به مقدار قابل ملاحظه‌ای طی سال‌های مختلف و همچنین در مقایسه با سال‌های قبل و میانگین بلند مدت، متغیر است. این تغییرات اقلیمی در هر منطقه عامل تغییر عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی بین سال‌های مختلف می‌باشد (Kenter *et al.*, 2006) همانطور که در تحقیق حاضر نیز مشاهده می‌شود میزان فیبر شکرتیغال در نواحی با بارش کمتر (شیراز و بنارویه) پائین تر از مناطق با بارش بیشتر (تهران) است. در پژوهشی با محوریت شناسایی گونه های شکر تیغال و بررسی برخی از ویژگی‌های زیستی سر خرطومی مولد مان (*Larinus vulper* Oliv). در استان فارس انجام دادند، نتایج نشان

داد گونه‌های مختلف دارای سطوح مختلفی از ترکیبات هستند و بهترین نمونه‌های شکر تیغال جهت تولید مان دارای کپه گل کروی بود که با توجه به بررسی و مقایسه چند نمونه شکر تیغال در مناطق مختلف در پژوهش حاضر نتایج همراستا می‌باشد(Nasirzadeh *et al*., 2005) به طوری که از نتایج این تحقیق مشاهده می‌شود میزان پروتئین در نمونه‌های شهر جهرم و بناروبه بالاتر از سایر نمونه‌ها بود

Hamedi و همکاران با بررسی قندهای محلول در آب در مان شکر تیغال، اعلام نمودند که گلوکز، مانوز، آرابیینوز، گالاکتوز، گزیلوز و گلیکوپروتئین‌ها به ترتیب مهمترین مونو و پلی‌ساکاریدهای موجود در این ترکیب می‌باشد که با نتایج پژوهش اخیر مطابقت دارد (Hamedi *et al*., 2015). در بررسی دیگری مسیرهای بیوسنتزی ترهالوز و ژن‌های درگیر در این فرآیند در گیاهان با استفاده از ابزارهای بیوانفورماتیک پرداختند. این محققین عنوان نمودند که بعضی از موجودات وقتی که در شرایط محیط سخت مانند شوری فوق‌العاده قرار می‌گیرند، با بیوسنتز ترکیبات مختلف از خود حفاظت می‌کنند. از جمله این ترکیبات، دی‌ساکارید ترهالوز می‌باشد که با توجه به تاثیر شرایط بر میزان ترهالوز نتایج هر دو پژوهش مشابه می‌باشند (Javadi *et al*., 2007).

جدول ۳- مقادیر (میانگین ± انحراف معیار) قند کل، قند محلول در نمونه‌های مختلف مان شکر تیغال

Table 3– Total sugar, and soluble sugar (mean ± SD) in samples of *Trehala manna*

Sample	Total sugar (mg/gr)	Soluble sugar (mg/gr)
Shiraz	115± 0.017 [a]	45 ± 0.014 [a]
Jahrom	86.25± 0.023 [d]	29.6 ± 0.012 [c]
Banaroye	99.5± 0.015 [cd]	26.8 ± 0.007 [cd]
Tehran	98.75± 0.031 [cd]	29.2 ± 0.01 [c]
Sabzevar	100.1± 0.007 [c]	32.4 ± 0.015 [b]
Mehriz	103± 0.014 [c]	23 ± 0.004 [d]

* Different letters indicate a significant difference between treatments ($p<0.05$)

*حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در ستون است ($p<۰/۰۵$).

جدول۴- مقادیر (میانگین ± انحراف معیار) ترهالوز در نمونه‌های مختلف مان شکر تیغال

Table 4–Amount of Trehalose (mean ± SD) in samples of *Trehala manna*

Sample	Trehalose (%)
Shiraz	16.2 ± 0.072 [d]
Jahrom	16.5 ± 0.091 [c]
Banaroye	17.11 ± 0.056 [a]
Tehran	16.44 ± 0.075 [c]
Sabzevar	15.51 ± 0.034 [d]
Mehriz	16.97 ± 0.057 [b]

* Different letters indicate a significant difference between treatments ($p<0.05$)

*حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در ستون است ($p<۰/۰۵$).

جدول۵- مقادیر مونو و دی ساکاریدی موجود در نمونه‌های مختلف مان شکر تیغال

Table 5- Mono and disaccharide values in samples of *Trehala manna*

	Mono and disaccharide (g/100g)					
Sample	Galactose	Saccharose	Mannose	Manitol	Glocose	Fructose
Shiraz	1 ≤	3.8	0.16≤	0.1≤	5.3	3.3
Jahrom	1 ≤	2.8	0.16≤	0.1≤	6	2/1
Banaroye	1 ≤	4.1	0.16≤	0.1≤	6.6	2.8
Tehran	1 ≤	3.5	0.16≤	0.1≤	5.5	2.4
Sabzevar	1 ≤	3.3	0.16≤	0.1≤	7.6	4.6

- میزان pH و اسیدیته

همانطورکه مشاهده می‌شود در بین نمونه‌های مختلف تفاوت معنی داری از لحاظ pH مشاهده نمی شود. که این نتایج با نتیجه تحقیق Tavakoli در سال ۲۰۱۸ همخوانی دارد. در این مطالعه تاثیر کاربرد عصاره آبی گیاه شکر تیغال در غلظت‌های مختلف (۰/۲۵ و ۰/۵ و ۰/۷۵ و ۱٪ حجمی/ حجمی) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی, حسی و میکروبی دوغ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که استفاده از عصاره آبی گیاه شکر تیغال تا غلظت ۱ ٪ تاثیر معنی داری بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه دوغ (اسیدیته و pH) نداشت ($P<0.05$) اما ویژگی‌های حسی را تحت تاثیر قرار داد.

- میزان قند کل، قند محلول و میزان ترهالوز

در بررسی ساختار بخش ساکاریدهای محلول در عصاره آبی مان گیاه شکر تیغال، ۹ دی‌ساکارید مختلف از مان جدا گردید و ساختار ۳ دی‌ساکارید اصلی مورد بررسی قرار گرفت، در تحقیق Hamedi و همکاران (۲۰۱۵) مشاهده شد که این دی‌ساکاریدها دارای وزن مولکولی متفاوتی بوده‌اند، به نحوی که وزن مولکولی آن‌ها در محدود۴۰ الی۶۰ کیلودالتون بود. همچنین این عصاره دارای مونوساکاریدهای مختلفی مانند گلوکز، مانوز، آرابینوز، گالاکتوز و زایلوز بود. که با مطالعه حاضر همراستا می‌باشد. در تحقیق حاضر قندهای ساکارز، گالاکتوز، گلوکز، فروکتوز، مانیتول و مانوز شناسایی شدند که با نتایج تحقیقات Hoseiniyan Benvidi and Jahanbin (۲۰۰۲) همخوانی دارد. در تحقیق مذکور مقدار گلوکز ۵۰/۸ درصد کل کربوهیدرات را تشکیل می‌دهد که با تحقیق حاضرکه دامنه آن بین (۷/۶–۵/۳٪) بود، اختلاف فاحشی ندارد. این موضوع در مورد میزان مانوز و گالاکتوز نیز صادق است. علاوه بر آنکه در این تحقیق مقدار کربوهیدرات‌ها در نمونه‌های مختلف تعیین گردید و با توجه به میزان بالای ترهالوز در این نمونه‌ها و اینکه بخش عمده‌ای از خاصیت درمانی این گیاه مربوط به قند ترهالوز است، میزان ترهالوز در این گیاه از اهمیت بالایی برخوردار است و نتایج نشان می‌دهد میزان ترهالوز در نمونه‌های به دست آمده از شهرهای با بارش کمتر (بناروبه، جهرم و مهریز) به طرز معنی‌داری بالاتر از شهرهای با بارش بیشتر (تهران) است و با تحقیقات Javadi و همکاران ۲۰۰۷ مبنی بر تولید متابولیت‌های ثانویه از جمله ترهالوز در شرایط سخت نیز همراستا است.

نتیجه‌گیری

مطابق نتایج حاصل از پژوهش حاضر می‌توان گفت که منشاء گیاه شکرتیغال در مناطق مختلف ایران بر روی ترکیبات شیمیایی و ویژگی‌های کیفی مان شکر تیغال تأثیر معنی‌داری داشت. قندهای گلوکز، فروکتوز و دی‌ساکارید ترهالوز و ساکاروز، کربوهیدرات‌های اصلی شکر تیغال در مناطق مختلف مورد بررسی بودند و تفاوت معناداری با نمونه‌های شکر تیغال سایر نقاط جهان نداشتند و می‌توان با توجه به میزان ترکیبات شیمیایی غالب در هر نوع شکرتیغال، نسبت به انتخاب نمونه مربوطه برای اهداف درمانی موردنظر اقدام کرد. به عنوان مثال میزان ترهالوز که به عنوان یک ترکیب کلیدی در درمان گلودرد توسط شکرتیغال مدنظر است در گونه‌های رشد یافته در مناطق بناروبه و تهران بالاتر است و با توجه به درصد بالای ترهالوز در منطقه بناروبه (۱۷/۱۱) درصد، این نمونه را می‌توان برای جداسازی و خالص سازی ترهالوز و تجاری سازی آن استفاده نمود. همچنین ترهالوز بعنوان یک جایگزین طبیعی ساکاز در صنایع مختلف خصوصا محصولات نانوایی و محصولات فراسودمند قابل استفاده می‌باشد.

منابع

Anon. AACC International approved method 08- 01.01, Total ash basic method.

Anon. AACC International approved method 32- 10.01, Calculation of percent fiber.

Anon. AACC International approved method 46-13.01, Calculation of percent protein.

Anon. (2013). Iranian Institute of Standards and Industrial Research. Cake – Specification and test methods. ISIRI No. 2553. [In Persian].

Anon. (1989). Iranian Institute of Standards and Industrial Research. Method for measuring cereal fat and its products. ISIRI No. 2862. [In Persian].

Ahmadabad, H., Firizi, M. & Behnamfar, M. (2016). Immunostimulatory effects of trehala manna ethanolic extract on splenocytes and peritoneal macrophages in vitro. Journal of Medicinal Plants and Natural Products, 1, 23-32.

Besheit, S. & EL Gharbawy, A. (1991). Varieties, harvesting date and their Effect on yield and quality of sugar beet. Annals of Agricultural Science, Moshtohar, 29, 717-728.

Brummer, Y. & Cui, S. W. (2005). Understanding carbohydrate analysis. Food carbohydrates: chemistry, physical properties and applications, 1-38.

Dokhani, Sh. & Beheshti, R. (2004). Qualitative and quantitative analysis of dominant sugars and organic acids in two Semirom apple cultivars during HPLC packaging and storage, using high performance liquid chromatography. Journal of Hydrology and Soil Science (Agricultural Science and Technology and Natural Resources). 7(4), 169-183. [In Persian].

Fasahat, P., Aghaeezadeh, M., Jabbari, L., Hemayati, S. S. & Townson, P. (2018). Sucrose accumulation in sugar beet: From fodder beet selection to genomic selection. Sugar Technology, 20**,** 635-644.

Hamedi, A., Farjadian, S. & Karami, M. R. (2015). Immunomodulatory properties of Trehala manna decoction and its isolated carbohydrate macromolecules. Journal of Ethnopharmacology, 162, 126-121.

Hoseiniyan Benvidi, S.M.H. & Jahanbin, K., (2020). A new water-soluble polysaccharide from Echinops pungensTrautv roots. Part I. Isolation, purification, characterization and antioxidant activity. International Journal of Biological Macromolecules, 161, 909-916.

Javadi, M., Azim Khani, R., Moradi, A. B. & Tadini Rad R. (2007). Investigation of trehalose biosynthetic pathways and genes involved in Conference.This process in plants by using bioinformatics tools. Conference Paper: Biotechnology. [In Persian]

Kenter, C., Hoffmann, C. M. & Märländer, B. (2006). Effects of weather variables on sugar beet yield development (Beta vulgaris L.). European Journal of Agronomy, 24, 62-69.

Khadim, E.J., Abdulrasool, A.A. & Awad, Z.J. (2014). Phytochemical investigation of alkaloids in the iraqi echinops heterophyllus (Compositae)', Iraqi Journal of Pharmaceutical Sciences, 23(1), 26–34.

Kroger, M., Meister, K. & Kava, R. (2006). Low-calorie sweeteners and other sugar substitutes: a review of the safety issues. Comprehensive reviews in food science and food safety, 5(2), 35-47.

Kus-liśkiewicz, M., Górka, A. & Gonchar, M. (2014). Simple assay of trehalose in industrial yeast. Food chemistry, 158, 335-339.

Mohammadi, M. & Dini, M. (2003). Identification of Manna Sources, production mechanism and utilization in Iran. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 17, 75-109. [In Persian]

Müller, J., Boller, T. & Wiemken, A. (1995). Trehalose and trehalase in plants: recent developments. Plant science, 112, 1-9.

Nasirzadeh, A. (2003). Study of some cytomorphalogic characteristics of plant species producing mann-sugar blade (Echinops). Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 11(3), 343-356. doi: 10.22092/ijrfpbgr.2003.116093. [In Persian]

Nasirzadeh, A., Javidtash, A. & Riasat, M. (2005). Identification of Trehala manna species and investigation of some biological features of Larinus vulper Oliv in Fars province. Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research, 21 (3), 335-346. [In Persian]

Rechinger, K.H. (1963). Flora Iranica, vols. 1-178. Akademische Druck-U Verlagsanstalt, Graz [Preprint].

Schluepmann, H., Pellny, T., Van Dijken, A., Smeekens, S. & Paul, M. (2003).Trehalose 6-phosphate is indispensable for carbohydrate utilization and growth in Arabidopsis thaliana. Proceedings of the National Academy of Sciences, 100, 6849-6854.

Schluepmann, H., Van dijken, A., Aghdasi, M., Wobbes, B., Paul, M. & Smeekens, S. (2004). Trehalose mediated growth inhibition of Arabidopsis seedlings is due to trehalose-6-phosphate accumulation. Plant physiology, 135, 879-890.

Tavakoli, M. (2018). The effect of aqueous extract of sugarcane on physicochemical, sensory and microbial properties of doogh, 2nd International Congress and 25th National Congress of Food Science and Technology of Iran, Sari, available on line at https://civilica.com/doc/873621 [In Persian]

Teramoto, N., Sachinvala, N. D. & Shibata, M. (2008). Trehalose and trehalose-based polymers for environmentally benign, biocompatible and bioactive materials. Molecules, 13, 1773-1816.

Thayumanavan, B. & Sadasivam, V. (1984). Method of CHO estimation through anthrone. Plant Food for Human Nutrition, 34.

Yoshikawa, Y., Matsumoto, K., Nagata, K. & Sato, T. (1994). Extraction of trehalose from thermally-treated bakers' yeast. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 58, 1226-1230.

Yoshizane, C., Mizote, A., Arai, C., Arai, N., Ogawa, R., Endo, S., Mitsuzumi, H. & Ushio, S. (2020). Daily consumption of one teaspoon of trehalose can help maintain glucose homeostasis: a double-blind, randomized controlled trial conducted in healthy volunteers. Nutrition Journal, 19, 1-9.

Identification of Chemical Compounds and Amount of Carbohydrates Soluble in Trehala manna

F. Darikvand[a], M. Ghavami[b], M. Ghanadian[c], M. Honarvar [d]*

[a] Ph.D. Graduated of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[b] Professor of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[c] Associate Professor of the Department of Pharmacognosy, Isfahan Pharmaceutical Sciences Research center, School of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

[d] Associate Professor of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 24 January 2022 Accepted: 3 March 2022

Abstract

Introduction: One of the most challenging issues in food and pharmaceutical industries is finding effective and safe saccharides from natural sources instead of the synthetic counterparts which can have side effects. In this regard, Trehala manna is considered a promising natural source of sugar and produced by Echinopes in response to insect activity.

Materials and Methods: Trehala manna samples were collected from Shiraz, Jahrom, Benaroyeh, Tehran, Sabzevar, and Mehriz regions, and their water soluble disaccharides and other chemical components were determined.

Results: The highest percentage of protein (2.97%), fat (0.87%), moisture (5.83%), fibre (0.83%) and ash (3.51%) was related to samples in Jahrom, and followed by Sabzevar, Mehriz, Jahrom, and Banaroyeh, in order of magnitude. Benaroyeh sample had the highest proportion of trehalose (17.11). However, Shiraz sample had the highest total sugar content (115 mg/g) and water-soluble sugar (45 mg/g) among the samples. The values of sucrose, glucose, fructose were ranged 2.4-8.2 (mg/gr), 7.6-4.5 (mg/gr) and 4.4-1.2 (mg/gr), respectively. In all cases, there were significant differences ($p<0.05$).

Conclusion: The origin of Trehala manna in different regions of Iran significantly affect their chemical components, especially trehalose. In this regard, Trehala mana from Benaroyeh region can be used as a proper source of trehalose (17.11%) for industrial purposes and the production of functional food.

***Keywords*:** *Carbohydrate, Chemical Compounds, Trehala Manna, Trehalose*.

* Corresponding Author: honarvar.masoud@yahoo.com